

ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЛИНЕЙНОМ ИМПУЛЬСНОМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕ С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ

О.П. КОШЕВОЙ^{1*}, В.И. МИЛЫХ²

¹ магистрант кафедры электрических машин, НТУ «ХПИ», Харьков, УКРАИНА

² зав. кафедрой электрических машин, д-р техн. наук, НТУ «ХПИ», Харьков, УКРАИНА

* email:koshevoyoleg4@gmail.com

Введение. Линейный импульсный электродвигатель (ЛИЭД) является рабочим органом импульсного электромеханического преобразователя, предназначенного для возбуждения в земной коре сейсмических колебаний при поиске полезных ископаемых. Этот ЛИЭД является короткоходовым и имеет цилиндрическую конструкцию, которая показана на рис.1. Принцип действия ЛИЭД основан на существовании и взаимодействии магнитных полей, что являются основой расчета его электромагнитных и силовых параметров [1, 2].

Целью данной работы является анализ магнитного поля (МП) в ЛИЭД.

Сложность решения этой задачи вызвана очень сильным насыщением магнитопровода ЛИЭД, а также плохо прогнозируемой организацией МП при различных взаимных положениях якоря и реактора в процессе работы. Поэтому анализ МП в ЛИЭД обеспечиваем на основе применения численно-полевого расчета по программе FEMM, для которого упомянутые сложности не проблематичны. Расчетам подвергалась конструкция с такими параметрами: диаметры сердечников внутренний реактора – 288 мм; наружный якоря – 512 мм; зазор – 2; аксиальная длина сердечников – 533 мм; размеры пазов – 55x23 мм²; ширина зубцов – 29 мм. Данный ЛИЭД рассчитан на импульс силы с максимумом в 1000 кН. Соответственно выявлено [2], что для этого необходимая МДС F_{En} , приходящаяся на паз, должна достигать порядка 100 кА. После расчета МП по известной программе FEMM с указанной МДС F_{En} в таком положении, что зуб реактора находится напротив паза якоря, как изображено на рис.2 (относительное смещение $\zeta=0$), была определена магнитная индукция в зубцах 2,85..2,97 Тл, в спинках сердечников – 1,9..2,7 Тл и в зазоре – 3,5 Тл. Общее распределение МП в ЛИЭД характеризует рис.3 – это соответствует взаимному положению якоря и реактора, как на рис.2. Характер распределения и величина магнитной индукции в зазоре ЛИЭД существенно зависят от взаимного расположения реактора и якоря. Еще было определено, что МП за пределами сердечников ЛИЭД имеет достаточно большую величину – до 0,5 Тл в отдельных местах на их поверхности.

Особенностью рассмотренного ЛИЭД, определяющей характер и величину МП, его зависимости от взаимного расположения индуктора и реактора, а также от МДС обмоток, является очень сильное насыщение ферромагнитных сердечников. Это можно оценить по рассчитанным магнитным характеристикам, которые представлены на рис. 4. Коэффициент насыщения магнитной системы ЛИЭД меняется в пределах примерно от 3 до 12 в зависимости от положения реактора ζ . Кроме расчетов МП в базовой конструкции (рис. 1), была сделана оценка эффективности сильно насыщенного

ферромагнитного магнітопровода сравнением расчетных данных моделей ЛИЭД с ферромагнитными сердечниками и без них. Выявилось, что среднее значение магнитной индукции в зазоре при отсутствии сердечников на полюсном делении τ_p составляет всего лишь 0,75 Тл, что существенно меньше показанного на рис.3. Это, соответственно, приведет к уменьшению основных магнитных параметров ЛИЭД в 2,2...2,4 раза.

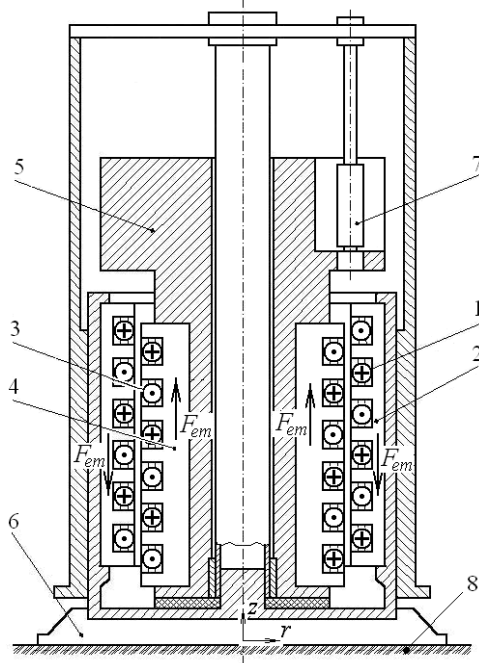


Рис.1 – Устройство линейного электродвигателя:

1 – обмотка якоря; 2 – сердечник якоря; 3 – обмотка реактора; 4 – сердечник реактора; 5 – инертная масса; 6 – опорная плита-конус; 7 – амортизатор; 8 – грунт

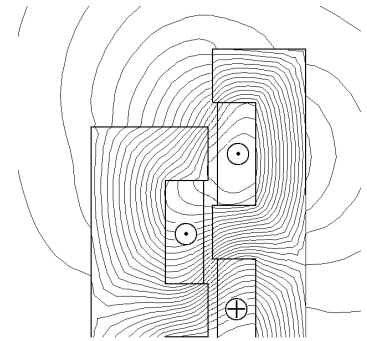


Рис.2 – Фрагмент области расчета с картиной магнитного поля

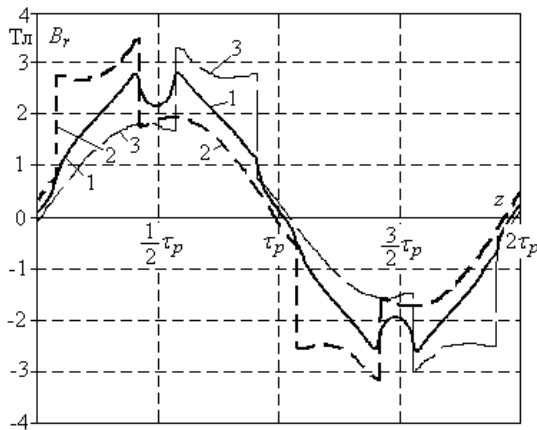


Рис. 3 – Распределение магнитной индукции на средней линии: 1 – зазора, 2 – зубцов реактора и 3 – зубцов якоря на двух полюсных делений

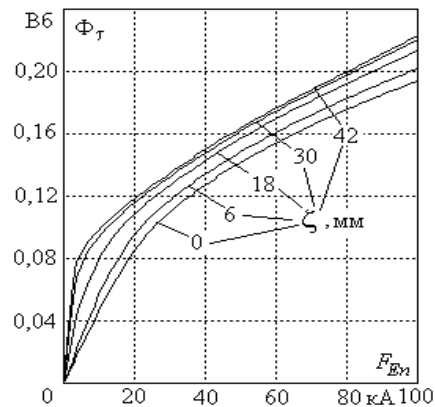


Рис. 4 – Зависимости магнитного потока в зазоре на полюсном делении от МДС F_{En} при разных положениях

Список литературы:

1. Милых В.И. Анализ магнитного поля в линейном электродвигателе для источников сейсмических колебаний / В.И. Милых, С.В. Ткаченко // Електротехніка і електромеханіка. – Х: НТУ «ХПІ». – 2009. – №2. – С.43-47.
2. Милых В.И. Силовые взаимодействия в линейном электродвигателе для источников сейсмических колебаний / В.И. Милых, С.В. Ткаченко // Електротехніка і електромеханіка. – Х: НТУ «ХПІ». – 2008. – №6. – С.36-39.